

ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТА MATLAB ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ

Ткалич О.В., Пономарев Н.Н.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина, Екатеринбург

ОАО «ПО «Уральский оптико-механический завод им. Э.С. Яламова».

В последних версиях Matlab/ Simulink появились расширения, реализующие физические модели силовой электроники и механики, позволяющие создавать виртуальные физические модели необходимых устройств и систем с помощью элементов из специальной библиотеки - SimScape. В данной работе указанная библиотека используется для построения виртуальной физической модели сервопривода головки жесткого диска с последующим ее применения в структурной схеме системы управления приводом головки жесткого диска в пакете Simulink. Для моделирования системы управления использованы параметры сервопривода из открытой литературы. В виртуальной физической модели сервопривода учитывается нелинейная модель сухого трения, заданная с помощью элементов библиотеки SimMechanics. Сила аэродинамического сопротивления со стороны воздушного потока задана постоянным коэффициентом. Результаты моделирования соответствуют приводимым данным в открытой литературе.

Ключевые слова — сервопривод, Matlab/ Simulink /SimScape, виртуальная физическая модель.

APPLYING MATLAB TO SIMULATE MECHATRONIC SYSTEMS

Tkalich O.V, Ponomarev N.N.

UrFU, IRIT-RtF.

JSC "Ural optical and mechanical plant"

Abstract - In recent versions of Matlab/ Simulink appeared extensions to provide a physical model of power electronics and mechanics that allow you to create a virtual physical model of the necessary devices and systems using elements of the special libraries SimScape. In this work, this library is used to build a virtual physical model of the servomechanism of head of a hard disk drive with its subsequent use in the block diagram of the drive control system of the head of a hard disk in Simulink. For control system simulation the parameters of servomechanism used from the open literature. In the virtual physical model of the actuator is taken into account nonlinear model of dry friction, specified using the SimMechanics library items. The force of aerodynamic resistance on the part of the air flow is set to a constant factor. The simulation results correspond to the given data in the open literature.

Keywords - servomechanism, Matlab/ Simulink /SimScape, virtual physical model.

Введение

В связи с повсеместным развитием современных компьютерных технологий существенно изменились подходы к решению проблем проектирования сложных технических систем. Прикладные пакеты Matlab, VisSim, Multisim, LabView, используемые для исследования и моделирования систем, позволяют качественно изменить и существенно расширить возможности инженера, сократить сроки и повысить надежность проектирования.

В последних версиях Matlab/ Simulink появились расширения, реализующие физические модели отдельных элементов и позволяющие создавать физические модели необходимых устройств с помощью элементов из специальных библиотек — SimScape.

В данной статье рассмотрен пример использования пакета расширения Matlab/ Simulink/ SimScape для моделирования электромеханической системы на примере модели актюатора привода головки жесткого диска.

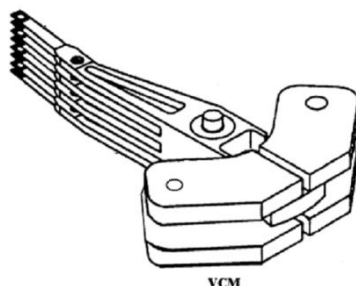


Рис. 1 Актюатор головки жесткого диска.

В простейшем случае актюатор представляет собой жесткое тело с одной вращательной степенью свободы. На одном конце актюатора расположен двигатель с подвижной катушкой (voice coil motor-VCM), а на другом - головки чтения/записи. На актюатор действуют силы со стороны двигателя, сила трения в оси и сила со стороны потока воздуха от вращающегося диска, вращающегося со средней скоростью 6000 об/мин. В простейшей модели колебательные режимы аэроупругости актюатора не учитываются.

В библиотеке Matlab/Simulink/Simscape имеются средства, позволяющие составить достаточно подробную виртуальную физическую модель актюатора привода головок жесткого диска. Данная модель приведена на рис. 2. Она составлена с использованием элементов из библиотек Foundation Library и SimMechanics.

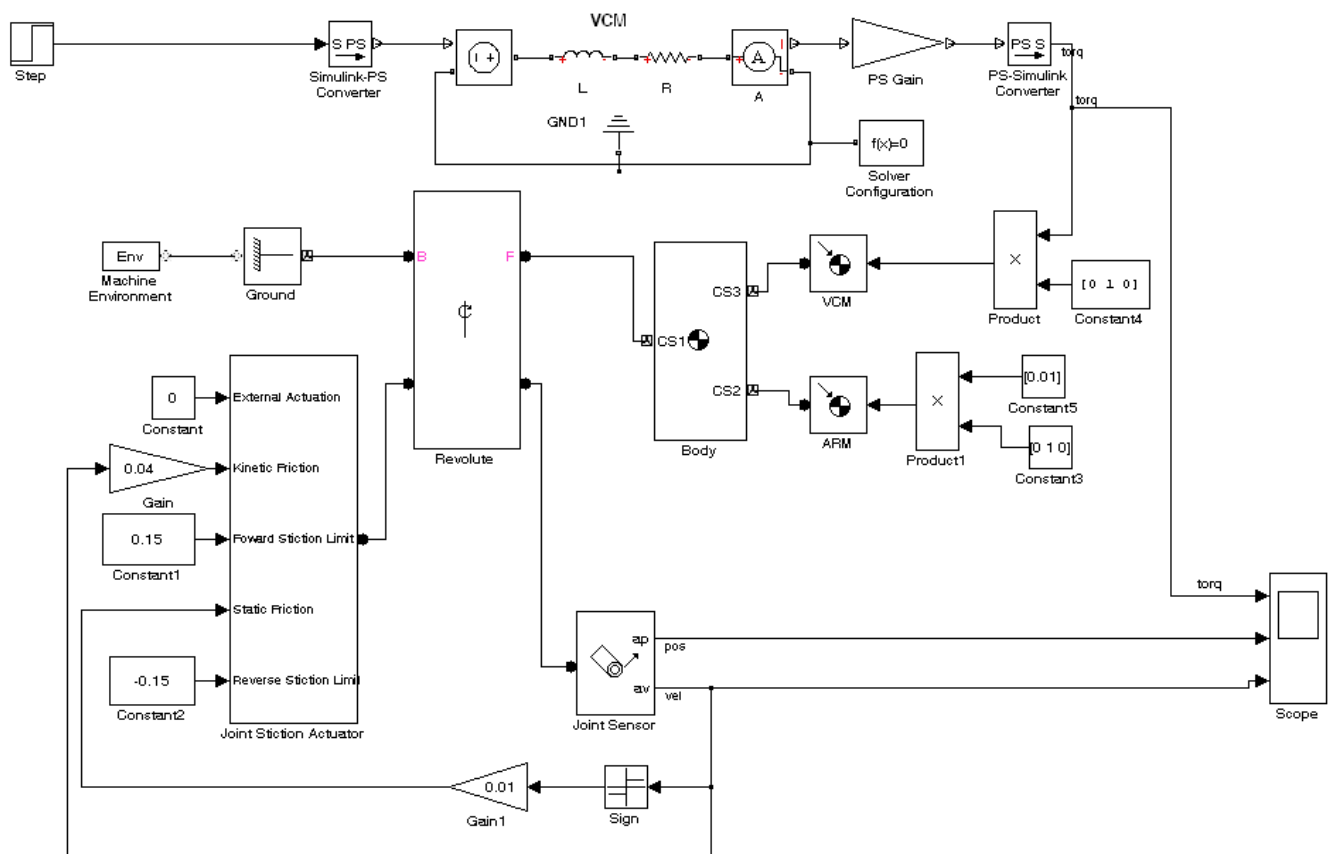


Рис. 2. Физическая модель актюатора привода головок жесткого диска, составленная с использованием элементов библиотеки Matlab/Simulink/Simscape.

На данном рисунке модель двигателя с подвижной катушкой представлена блоком VCM, состоящим из элементов L, R, управляемого источника напряжения, датчика тока A и формирователя момента PS Gain. Выходной сигнал VCM – момент, пропорциональный току в катушке двигателя.

Сам актюатор представлен блоком Body (твердое тело) с осью вращения Revolute (вал), проходящей через точку CS1. В параметрах настройки блока Body задаются его масса, тензор момента инерции, начальная ориентация относительно базовой системы координат. На актюатор действует момент двигателя, приложенный к точке CS3 и момент силы сопротивления воздушного потока, в простейшем случае заданный постоянной величиной и приложенный в точке CS2. Блоком Joint Striction Actuator задаются характеристики трения на оси вращения актюатора: величина статического трения Static Friction, коэффициент вязкого трения Kinetic Friction, максимальные значения момента трения Forward Striction Limit и Reverse Striction Limit. Данные характеристики позволяют реализовать систему с нелинейной моделью трения, зависящей от направления и величины угловой скорости. Моменты внешних сил и внешние силы действуют на тело при помощи блока Body Actuator.

Параметры движения актюатора – угол поворота и угловая скорость формируются датчиком Joint Sensor.

Необходимо отметить необходимость взаимной привязки (задание положения начала координат и ориентации осей) систем координат Body CS1, CS2 и CS3, системы координат элемента Revolute к базовой системе координат (World).

Численные значения всех коэффициентов модели взяты из различных открытых источников [1-3] и являются ориентировочными.

В результате подстановки созданной модели актюатора в Simulink- модель автоматического регулирования с ПИ-регулятором, получим структурную схему, показанную на рис. 3.

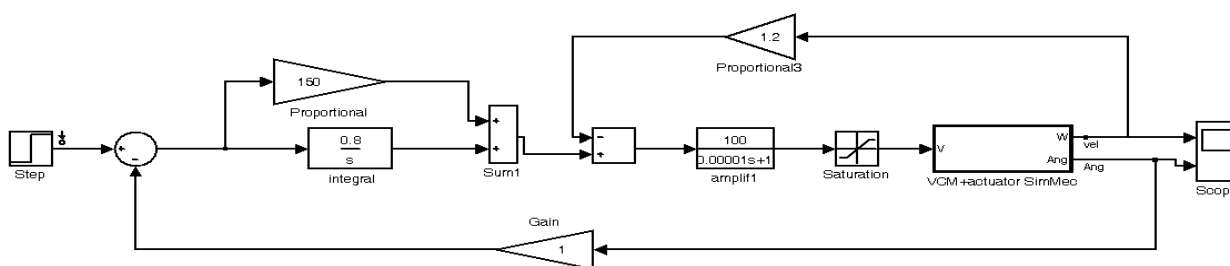


Рис. 3. Структурная схема системы регулирования положения актюатора сервопривода.

Результаты моделирования временных откликов системы с использованием данной структурной схемы показаны на рис.4. На рисунке изображены зависимости скорости поворота головки (Vel) и угла поворота головки (Ang) от времени. Полученный результат моделирования соответствует приводимым в открытой литературе [1-3].

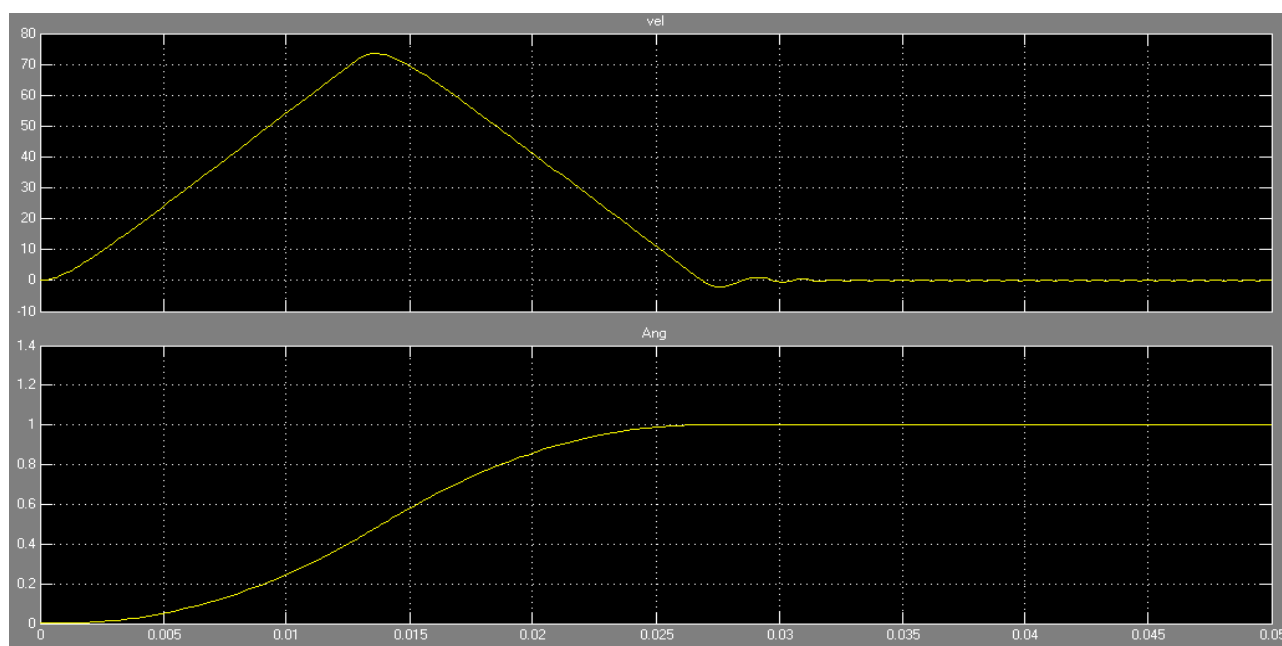


Рис. 4. Результат моделирования электромеханической системы с актюатором. Верхний график - зависимость скорости поворота головки (Vel) от времени, нижний график - зависимость угла поворота головки (Ang) от времени.

На примере построенной в данной работе модели сервопривода головки жесткого диска показан вариант построения системы с использованием физических моделей отдельных элементов и физических явлений с использованием библиотеки Matlab/Simulink/Simscape. В объект управления включены нелинейная модель сухого трения, модель двигателя с подвижной катушкой, актюатор в виде ориентированного в пространстве твердого тела, простейшая модель аэроупругости. Используя физическую модель актюатора, в качестве вложения в структурную схему системы регулирования положения головки жесткого диска в Simulink позволило получить результаты моделирования, совпадающие с данными из открытых источников.

В дальнейшем предполагается используя библиотеку Simulink/Aerospace более корректно учесть эффекты влияния аэродинамического потока на актюатор, что позволит учесть резонансные явления, связанные с флаттером актюатора. Эти резонансные явления широко описываются в открытой литературе.

Список литературы

1. Дорф Р. Современные системы управления /Р. Дорф, Р. Бишоп: пер. с англ. Б.И.Копылова. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. 832 с.
2. Ben M. Chen. Hard Disk Drive Servo Systems/ Chen Ben M., Lee Tong H., Peng Kemaao. 2nd Edition. Springer-Verlag London Limited, 2006.

3. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК/С.Г. Герман-Галкин. СПб.: КОРОНА-Век, 2008. 368с.